

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-132568

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

G01C 17/38

G01C 17/28

(21)Application number : 08-284809

(71)Applicant : TAISEI CORP

(22)Date of filing : 28.10.1996

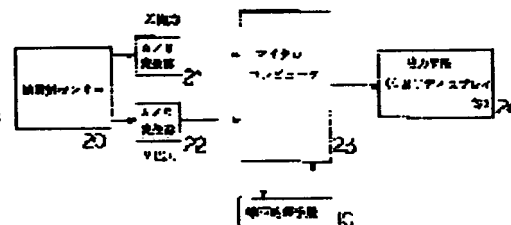
(72)Inventor : KONDO TAKAHIRO  
MIYAZAKI HIROMICHI

## (54) HIGH PRECISION AZIMUTH MEASURING SYSTEM USING GEOMAGNETIC SENSOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To measure an azimuth angle with high precision by using a geomagnetic sensor.

**SOLUTION:** An orthogonal magnetic detecting coil decomposes a horizontal component of a terrestrial magnetic field into two components of a voltage output signal to be detected. Then the voltage output signal is input to a microcomputer 23 having a signal calibration computing means. An azimuth data regarding geomagnetic north is computed and output by a geomagnetic sensor 20. In this azimuth measuring system using the geomagnetic sensor 20, a correction processing means 10 calculates correction values for all the azimuth data from the microcomputer 23, and adds the correction values to the aforesaid azimuth data. The correction processing means 10 is attached to the microcomputer 23 in this system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-132568

(43)公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 C 17/38  
17/28

G 0 1 C 17/38  
17/28

C  
C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-284809  
(22)出願日 平成8年(1996)10月28日

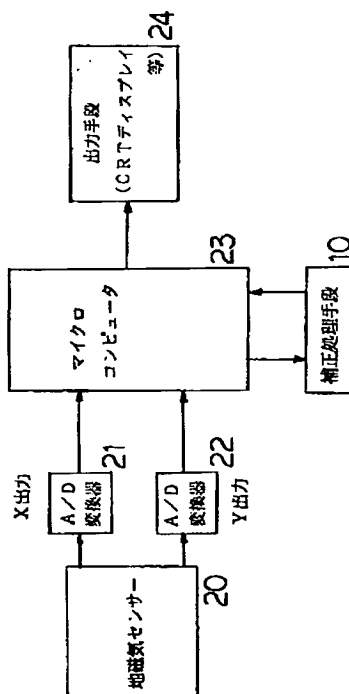
(71)出願人 000206211  
大成建設株式会社  
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号  
(72)発明者 近藤 高弘  
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成  
建設株式会社内  
(72)発明者 宮崎 裕道  
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成  
建設株式会社内  
(74)代理人 弁理士 磯野 道造

(54)【発明の名称】 地磁気センサーによる方位角の高精度測定システム

(57)【要約】

【課題】 地磁気センサーによる高精度な方位角測定を可能にする。

【解決手段】 地磁気の水平成分を、互いに直交する磁気検出コイルにより二成分の電圧出力信号に分けて検出し、その電圧出力信号を信号校正演算手段を備えたマイクロコンピュータに入力して地磁気磁北に対する方位角データを演算し出力する地磁気センサーによる方位角測定システムにおいて、前記システムにおけるマイクロコンピュータに、このマイクロコンピュータからの各方位角データに対応する補正値を演算し前記各方位角データに加算する補正処理手段を付加させた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 地磁気の水平成分を、互いに直交する磁気検出コイルにより二成分の電圧出力信号に分けて検出し、その電圧出力信号を該電圧出力信号のオフセットや感度補正を行う信号校正演算処理手段を備えたマイクロコンピュータへ入力し、地磁気磁北に対する方位角データを演算し出力する地磁気センサーによる方位角測定システムにおいて、

前記マイクロコンピュータに、このマイクロコンピュータからの各方位角データに応じた補正値を演算し前記各方位角データに加算する補正処理手段を付加させ、全周方向における方位角を高精度に測定する構成としたことを特徴とする地磁気センサーによる方位角の高精度測定システム。

【請求項2】 前記補正値は、予め測定した絶対方位角の基準としてのジャイロ等による各方位角データ（基準方位角データ）と前記マイクロコンピュータからの各方位角データとの前記基準方位角データにおける所定角度データ毎の誤差の移動平均値としたことを特徴とする請求項1記載の地磁気センサーによる方位角の高精度測定システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、移動体等の方位を測定する地磁気センサーによる方位角の測定システムの改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在、移動体等の方位測定手段としては、電波燈台、地磁気センサーシステム、ジャイロシステム等が開発されている。この内、絶対方位を実用レベルでリアルタイムに高精度測定できるものと言えば、多大な費用を要するジャイロシステムに限定されるため、一般の車両等の移動体における方位測定には、精度保証の難しい前記した比較的安価な地磁気センサーシステムが多用されているのが実情である。

【0003】図7に例示するものは、一般的な地磁気センサーシステムの方位測定原理を説明する概略構成図である。このセンサー20は、いわゆるフラックスゲート型の磁気検出器を用いたものである。すなわち、図示のフェライト材からなるリングコア20bに巻回されている励磁コイル20aに周波数 $f$ の交流電流を供給してリングコア20bを飽和・不飽和が繰り返されるように交流励磁しておき、この状態で地球磁界の水平分力 $H_x$ を有する磁界が加えられると、直交するX方向とY方向の磁気検出コイル20c、20dに前記水平分力 $H_x$ に比例した電圧 $E_x$ 、 $E_y$ が出力され、この電圧出力 $E_x$ 、 $E_y$ によって方位角 $\theta$ が図示した数式 $\tan^{-1}(E_y/E_x)$ で算出される。なおこの算出は、電圧出力 $E_x$ 、 $E_y$ を演算処理装置（マイクロコンピュータ）30に入力することにより行われる構成としている。

【0004】ところで、このような地磁気センサーシステムによる方位角測定は、外乱磁気等の影響を受けるため、前記したそれぞれの電圧出力にオフセットがかかることは勿論、移動体等における前記地磁気センサーシステムの搭載位置によっても検出感度に差異が生じる。そのため、前記したそれぞれの電圧出力をそのまま利用して方位角データを出力すると絶対方位角との誤差が大きく、実用レベルでは使用できない。そこで従来では、それぞれの電圧出力のオフセットや検出感度を補正するため、それぞれの全電圧出力データの中心値（最大振幅値の中央値）とその中心値からの最大・最小値を求め、その最大・最小値の絶対値に係数をかけ、前記それぞれの電圧出力の中心値および振幅の幅を同一にする出力校正演算処理手段を前記地磁気センサーシステムに設けることにより、方位角測定の精度を高める構成として使用していた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】最近、建設機械による自動化あるいは無人化施工が推進されるようになり、そこで使用される建設用車両等の全方位における移動方向をリアルタイムで高精度に検出し、誘導制御することが必要不可欠となってきた。そのため、前記建設用車両等の方位を実用レベルでリアルタイムに高精度測定することが急務である。

【0006】しかしながら、前記高精度測定を可能にするために前記ジャイロシステムを用いれば多大な費用を要することは明白であり、比較的安価でグローバルな範囲で利用可能な前記地磁気センサーシステムの高精度化が要望されていた。

【0007】そこでこの発明は、前記した要望を可能にする地磁気センサーシステムを提供することを目的とし、開発したものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明では、まず地磁気センサーシステムを次のように構成したものである。地磁気の水平成分を、互いに直交する磁気検出コイルで二成分の電圧出力信号に分けて検出し、その電圧出力信号を該電圧出力信号のオフセットや感度補正をする信号校正演算処理手段を備えたマイクロコンピュータへ入力し、地磁気磁北に対する方位角データを演算して出力する地磁気センサーによる方位角測定システムにおいて、前記システムにおけるマイクロコンピュータに、このマイクロコンピュータからの各方位角データに応じた補正値を演算して前記各方位角データに加算する補正処理手段を設けたものである。

【0009】また、前記補正値は、予め測定した絶対方位角の基準としてのジャイロ等による各方位角データ（基準方位角データ）と前記マイクロコンピュータからの各方位角データとの前記基準方位角データにおける所定角度データ毎の誤差の移動平均値としたものである。

【0010】

【発明の実施の形態】次に添付図面に基づき、この発明による具体例およびそれによる作用効果を説明する。図1は、この発明による地磁気センサーシステムの一実施例を示す概略構成図である。図示のように、地磁気の強さを互いに直交する二方向（X方向とY方向）の成分に分解し、電圧信号として出力する地磁気センサー20と、前記X方向とY方向の電圧信号をそれぞれデジタル信号に変換してマイクロコンピュータ23へ出力するA/D変換器21、22と、前記それぞれのデジタル信号のオフセットや感度補正（信号校正演算処理）を行うとともに、そこで校正されたそれぞれの信号から各方位角 $\theta$ を演算し、その方位角（ $\theta$ ）データをこの発明の要部である補正処理手段10へ出力するマイクロコンピュータ23（信号校正演算処理手段内蔵）と、マイクロコンピュータ23から出力された前記各方位角（ $\theta$ ）データに対応した補正数値を演算し、この補正数値を前記各方位角（ $\theta$ ）データに加算して再びマイクロコンピュータ23へ出力する補正処理手段10と、補正処理手段10からマイクロコンピュータ23へ出力された補正済方位角（ $\theta$ ）データを移動体のCRTディスプレイ等に表示する出力手段24とから構成したものである。また、マイクロコンピュータ23からの補正済方位角（ $\theta$ ）データを無線により、離れた管理室内のコンピュータに送信することもできる。なお、マイクロコンピュータ23内には、前記信号校正演算処理を施した電圧信号から演算した方位角（ $\theta$ ）データと前記補正済方位角（ $\theta$ ）データとを格納するメモリーを組み込ませている。

【0011】次に、前記した信号校正演算方法について説明する。先にも述べたが、地磁気センサーからのX方向とY方向における電圧出力信号波は外乱磁気や設置位置等の影響を受けるため、オフセットがかかることは言うまでもなく検出感度等に問題が生じる。そのため、信号の校正が必要となる。この校正演算方法は、各々の電圧出力信号波の中心値（最大振幅値の中央値）とその中心値からの最大・最小値を求め、その最大・最小値の絶対値に係数をかけて前記各々の電圧出力信号波の中心値と振幅の幅を同じにするものである。

【0012】次に、この発明における前記補正数値について説明する。まず、予め測定した絶対方位角の基準としてのジャイロ等による各方位角（ $\theta$ ）データ〔基準の各方位角データ〕と前記信号校正演算処理後の電圧出力信号に基づいて演算した各方位角（ $\theta$ ）データ〔地磁気センサーによる各計測方位角データ〕との前記基準の各方位角データにおける所定角度データ（例えば1度）毎の誤差の移動平均値を演算して求め、その移動平均値を補正数値とするわけである。つまり具体的に言えば、まず、前記地磁気センサーによる各計測方位角データと前記基準の各方位角データとの差（誤差）を算出する。次

に基準の各方位角データの所定角度範囲（例えば0～1度、1～2度、・・・359度～0度）毎における前記誤差の移動平均値を算出する。すなわち、小数点を切り捨てた1度単位毎ならば、360個の移動平均値が算出され、それが前記地磁気センサーによる各計測方位角データの1度毎の補正数値となる。（例えばこの場合、前記地磁気センサーによる各計測方位角データの1つが25.245度ならば、この方位角データに対応する補正数値は、25度の時の補正数値となり、データが例えば、25.000～25.999度の範囲まではすべて、25度の時の補正数値を用いることにするわけである。）

【0013】次に、図2～図6に示す実測データに基づき、この発明による地磁気センサーシステムの作用効果を説明する。まず、図2は、図7に示す地磁気センサーを用い実測した電圧出力信号に信号の校正演算処理を行わず演算された地磁気方位角（ $\theta$ ）データと絶対方位角の基準としてのジャイロにより実測したジャイロ方位角（ $\theta$ ）データ（基準方位角データ）とを比較したグラフ、図3は、図7に示す地磁気センサーを用い実測した電圧出力信号に信号の校正演算処理を施し演算された地磁気方位角（ $\theta$ ）データ（信号校正演算処理後の電圧出力信号に基づき演算された地磁気方位角データ）と図2におけるジャイロ方位角（ $\theta$ ）データ（基準方位角データ）とを比較したグラフ、図4は、図3における相互データの全方位での誤差分布を示すグラフ、図5は、絶対方位角1度毎における図4の誤差データの移動平均値（この場合、スパンは5とした）を算出し、これを図3における地磁気方位角（ $\theta$ ）データの1度毎の補正値として加えた補正済の地磁気方位角（ $\theta$ ）データとジャイロ方位角（ $\theta$ ）データ（基準方位角データ）との全方位での誤差分布を示すグラフ、図6は、図5での補正済の地磁気方位角（ $\theta$ ）データとジャイロ方位角（ $\theta$ ）データ（基準方位角データ）とを比較したグラフである。

【0014】図2に示すように、地磁気センサーからのX・Y方向の電圧出力信号に何も処理を施さない場合では、ジャイロ方位角（ $\theta$ ）データ（基準方位角データ）と地磁気方位角（ $\theta$ ）データとが大きくずれている。この時のずれの分散は、28.45度である。つまり、常時28度程の不確定差があることになる。このままでは、実用レベルで使用できないことがわかる。そこで、前記電圧出力信号に信号の校正演算処理（前述の0011の説明を参照）を施し、その電圧出力信号に基づいて演算処理を行い比較したものが図3であり、この時の全方位での誤差分布が図4である。この場合でのずれの分散は、2.95度である。ここで理解されることは、ずれ（誤差）には特定のパターンがあり、常時2.95度の不確定差があるが、実用レベルでの使用範囲になったことである。しかし、全方位での方位角の高精度測定が要求される場合にはまだ不十分である。そこで、この発

明の補正処理手段により図3の地磁気方位角データ( $\theta$ )に補正処理(前述の0012の説明を参照)を施し、ジャイロ方位角( $\theta$ )データ(基準方位角データ)との誤差分布を調べると図5のようになり、前記補正処理後の地磁気方位角データ( $\theta$ )とジャイロ方位角( $\theta$ )データ(基準方位角データ)とを比較すると図6のようになった。この時のずれ(誤差)の分散は、1.63度である。常に1.63度の不確定差で方位角を地磁気センサーシステムにより測定できることとなる。すなわち、全方位での方位角の高精度測定が可能となり、

10

実用レベルでの地磁気センサーシステムによる高精度測定が可能となるものである。

【0015】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成したので、次のような効果を奏する。

(1) この発明による地磁気センサーシステムを用いることにより、移動体等のの方位を実用レベルでリアルタイムに高精度測定することが可能となった。

(2) (1)を応用すれば、建設車両等の遠隔方向誘導制御や管理が可能となり、ひいては無人化施工等がロー

20

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による地磁気センサーシステムの一実施例を示す概略構成図である。

【図2】図7に示す地磁気センサーを用い実測した電圧出力信号に信号の校正演算処理を行わず演算された地磁気方位角( $\theta$ )データと絶対方位角の基準としてのジャイロにより実測したジャイロ方位角( $\theta$ )データ(基準方位角データ)とを比較したグラフである。

【図3】図7に示す地磁気センサーを用い実測した電圧出力信号に信号の校正演算処理を施し演算された地磁気方位角( $\theta$ )データ(信号校正演算処理後の電圧出力信\*

\*号に基づき演算された地磁気方位角データ)と図2におけるジャイロ方位角( $\theta$ )データ(基準方位角データ)とを比較したグラフである。

【図4】図3における相互データの全方位での誤差分布を示すグラフである。

【図5】絶対方位角1度毎における図4の誤差データの移動平均値(この場合、スパンは5とした)を算出し、これを図3における地磁気方位角( $\theta$ )データの1度毎の補正值として加えた補正済の地磁気方位角( $\theta$ )データとジャイロ方位角( $\theta$ )データ(基準方位角データ)との全方位での誤差分布を示すグラフである。

【図6】図5での補正済の地磁気方位角( $\theta$ )データとジャイロ方位角( $\theta$ )データ(基準方位角データ)とを比較したグラフである。

【図7】従来における一般的な地磁気センサーシステムの方位測定原理を説明する概略構成図である。

【符号の説明】

10・・・補正処理手段

20・・・地磁気センサー(センサー)

20a・・・励磁コイル

20b・・・リングコア

20c・・・磁気検出コイル(X方向)

20d・・・磁気検出コイル(Y方向)

21・・・A/D変換器(X方向の出力用)

22・・・A/D変換器(Y方向の出力用)

23・・・マイクロコンピュータ

24・・・出力手段(CRTディスプレイ等)

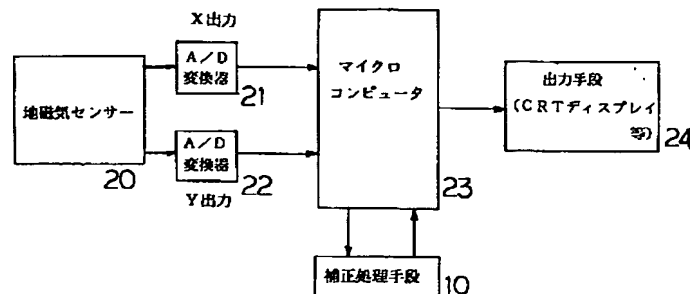
30・・・演算処理装置

f<sub>0</sub>・・・周波数

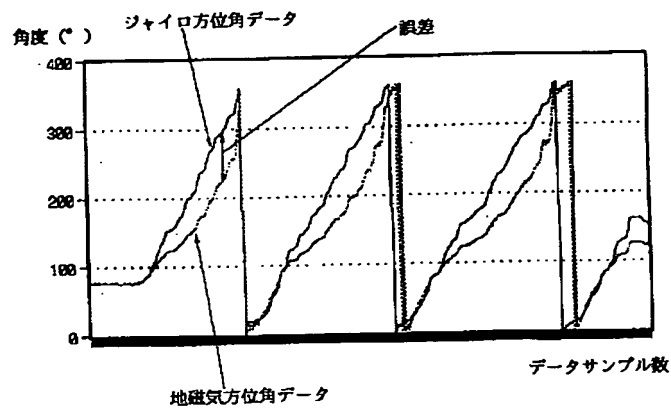
H<sub>r</sub>・・・地球磁界の水平分力

$\theta$ ・・・磁気方位センサー(地磁気センサー)の回転角(方位角)

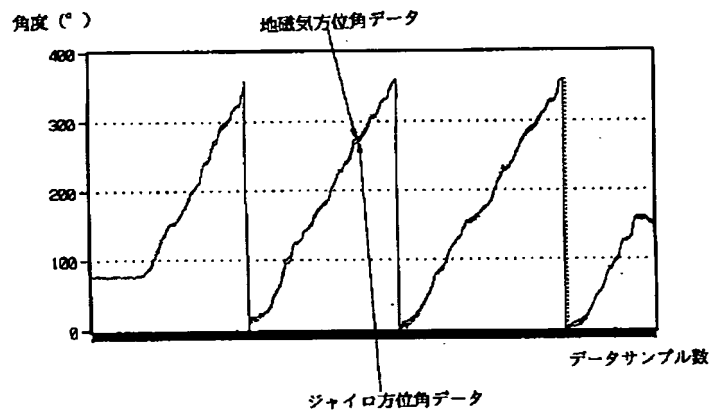
【図1】



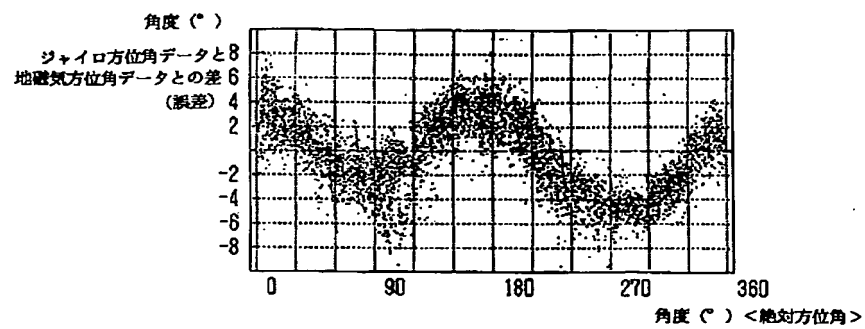
【図2】



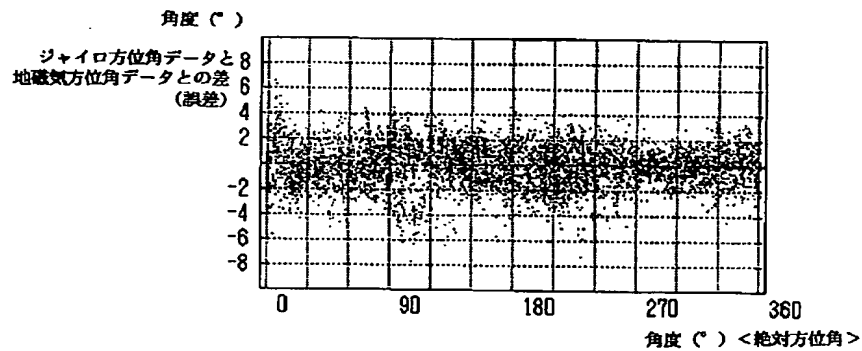
【図3】



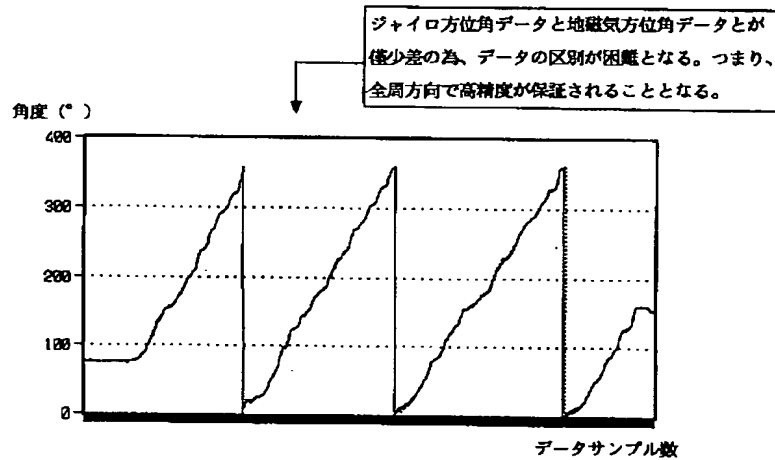
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

